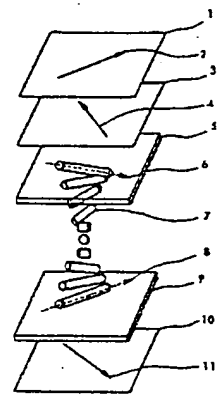


(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ELIPTICAL POLARIZING PLATE

(11) 6-3665 (A) (43) 14.1.1994 (19) JP
(21) Appl. No. 4-238161 (22) 7.9.1992 (33) JP (31) 91p.292701 (32) 8.11.1991(3)
(71) HITACHI LTD(1) (72) JUNICHI HIRAKATA(9)
(51) Int. Cl. G02F1/1335, G02B5/30, G02F1/133

PURPOSE: To provide a liquid crystal display device which presents good view angle characteristics and is free of cross-talk at a high contrast ratio.

CONSTITUTION: A liquid crystal display device is equipped with a pair of base boards 5, 9 having electrodes and positioned oppositely at least either of which is transparent, a liquid crystal layer 7 held by these boards, a pair of polarizing plates 1, 10 installed in such a way as holding the liquid crystal layer, and a control means which changes the quantity of transmitted light through the liquid crystal by impressing voltages two values or more to a point between the electrodes, wherein a complexly refractive medium 3 having a phase difference equal to or near the residual at the interface part of the liquid crystal layer in the condition that voltage impression is made with different angles of inclination for the liquid crystal molecules at the liquid crystal layer interface part with the base board and other inter-board liquid crystal molecules is provided between at least either of the polarizing plates and the liquid crystal layer, and at the same time, the phase delay axis 4 of this complexly refractive medium is set to an angle which can compensate the residual phase difference of the liquid crystal layer.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 1 0	7408-2K		
		7408-2K		
G 0 2 B 5/30		9018-2K		
G 0 2 F 1/133	5 0 0	7348-2K		

審査請求 未請求 請求項の数23(全 16 頁)

(21)出願番号 特願平4-238161
 (22)出願日 平成4年(1992)9月7日
 (31)優先権主張番号 特願平3-292701
 (32)優先日 平3(1991)11月8日
 (33)優先権主張国 日本(J P)
 (31)優先権主張番号 特願平3-317641
 (32)優先日 平3(1991)12月2日
 (33)優先権主張国 日本(J P)
 (31)優先権主張番号 特願平3-317642
 (32)優先日 平3(1991)12月2日
 (33)優先権主張国 日本(J P)

(71)出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (71)出願人 000233088
 日立デバイスエンジニアリング株式会社
 千葉県茂原市早野3681番地
 (72)発明者 平方 純一
 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
 (72)発明者 近藤 克己
 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内
 (74)代理人 弁理士 高橋 明夫 (外1名)
 最終頁に続く

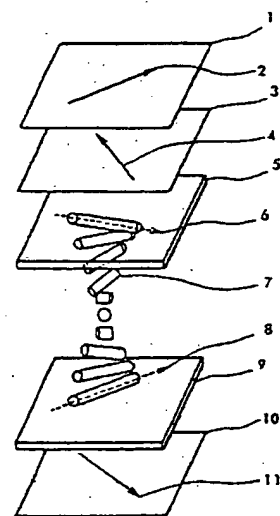
(54)【発明の名称】 液晶表示装置及び楕円偏光板

(57)【要約】

【目的】高コントラスト比でクロストーク発生がなく、視角特性が良好な液晶表示装置の提供。

【構成】電極を有し対向配置された少なくとも一方が透明な一对の基板(5, 9)、該基板間に挟持された液晶層(7)、該液晶層を挟んで設けられた一对の偏光板(1, 10)、該電極間に2値以上の電圧を印加して前記液晶の透過光量を変化させる制御手段を備えた液晶表示装置であって、液晶層の基板との界面部の液晶分子とその他の基板間液晶分子の傾斜角が異なる電圧が印加された状態で、該液晶層の前記界面部の残留位相差と等しいかまたは近接する位相差を有する複屈折媒体(3)を、前記偏光板の少なくとも一方と液晶層との間に配置し、かつ、その複屈折媒体の遅相軸(4)が前記液晶層の残留位相差を補償し得る角度に設定されている液晶表示装置。

図 1



- | | |
|----------------|-----------------|
| 1 --- 上側偏光板 | 7 --- 液晶分子 |
| 2 --- 上側偏光板吸収軸 | 8 --- 下側ラビング軸 |
| 3 --- 液晶媒体 | 9 --- 下側電極基板 |
| 4 --- 遅相軸 | 10 --- 下側偏光板 |
| 5 --- 上側電極基板 | 11 --- 下側偏光板吸収軸 |
| 6 --- 上側ラビング軸 | |

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極を有し対向配置された少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に挟持された液晶層、該液晶層を挟んで設けられた一对の偏光板、該電極間に2値以上の電圧を印加して前記液晶の透過光量を変化させる制御手段を備えた液晶表示装置であって、

液晶層の基板との界面部の液晶分子とその他の基板間液晶分子の傾斜角が異なる電圧が印加された状態で、該液晶層の前記界面部の残留位相差と等しいかまたは近接する位相差を有する複屈折媒体を、前記偏光板の少なくとも一方と液晶層との間に配置し、かつ、その複屈折媒体の遅相軸が前記液晶層の残留位相差を補償し得る角度に設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 電極を有し対向配置された少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に挟持され両基板間でらせん構造の液晶層、該液晶層を挟んで設けられた一对の偏光板、前記電極間に2値以上の電圧を印加して前記液晶の透過光量を変化させる制御手段を備えた液晶表示装置であって、

液晶層の基板との界面部の液晶分子とその他の基板間液晶分子の傾斜角が異なる電圧が印加された状態で、該液晶層の前記界面部の残留位相差と等しいかまたは近接する位相差を有する複屈折媒体を、前記偏光板の少なくとも一方と液晶層との間に配置し、かつ、その複屈折媒体の遅相軸が前記液晶層の残留位相差を補償し得る角度に設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 前記2値以上の電圧のうちの最低電圧 V_1 より高い電圧 V_2 の印加時に、前記両基板間で液晶分子の傾斜角が変化した状態での透過光量が前記最低電圧 V_1 印加時より低くなるように前記偏光板が配置されており、かつ、電圧 V_2 の印加時において、基板との界面部の液晶の残留位相差と等しいかまたは近接する位相差を有する複屈折媒体が、少なくとも一方の前記偏光板と前記液晶層との間に配置されている請求項1または2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記2値以上の印加電圧のうち V_2 が最大電圧である請求項3に記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記複屈折媒体が前記基板と少なくとも一方の前記偏光板との間に配置されている請求項1～4のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項6】 電極を有し対向配置された少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に挟持された液晶層、該液晶層を挟んで設けられた一对の偏光板、該電極間に2値以上の電圧を印加して前記液晶の透過光量を変化させる制御手段を備えた液晶表示装置であって、

前記液晶層が無電界時に厚さ方向にねじられたらせん構造の正の誘電異方性ネマチック液晶からなり、前記両基板間での液晶層のねじれ角が90度の整数倍で、液晶分子が一樣に傾斜しながら基板に接しており、透過光量が最も低い状態で偏光板の偏光軸と、該偏光板と隣接する

2

基板面上の液晶分子の配列方向とが交差しており、液晶層の基板との界面部の液晶分子とその他の基板間液晶分子の傾斜角が異なる電圧が印加された状態で、該液晶層の前記界面部の残留位相差と等しいかまたは近接する位相差を有する複屈折媒体を、前記偏光板の少なくとも一方と液晶層との間に配置し、かつ、その複屈折媒体の遅相軸が前記液晶層の残留位相差を補償し得る角度に設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】 前記複屈折媒体の位相差が $0.1 \sim 0.15 \mu\text{m}$ である請求項1～6のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項8】 ネマチック液晶のねじれ角が上下基板間で $90 \sim 360$ 度であり、前記複屈折媒体の位相差が $0.01 \sim 0.25 \mu\text{m}$ である請求項6に記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記ネマチック液晶のねじれ角が $180 \sim 270$ 度であり、かつ前記複屈折媒体の位相差が $0.1 \sim 0.2 \mu\text{m}$ である請求項6に記載の液晶表示装置。

【請求項10】 前記ネマチック液晶の屈折率異方性 Δn が $0.02 \sim 0.2$ であり、該液晶層の厚さ $d (\mu\text{m})$ と上記屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ が $0.3 \sim 1.5 \mu\text{m}$ である請求項6～9のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項11】 電極を有し対向配置された少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に挟持された液晶層、該液晶層を挟んで設けられた一对の偏光板、該電極間に2値以上の電圧を印加して前記液晶の透過光量を変化させる制御手段を備えた液晶表示装置であって、前記一对の偏光板の偏光軸を電圧無印加時に光が透過するように配置し、かつ、前記両基板間で液晶分子の傾斜角が変化する電圧が印加された状態で、該液晶層の基板との界面部の液晶の残留位相差と等しいかまたは近接した位相差を有する複屈折媒体を、少なくとも一方の前記偏光板と前記液晶層の間に配置し、かつ、前記液晶層のねじれ角を $10 \sim 90$ 度とし、該液晶層の屈折率異方性 Δn が $0.02 \sim 0.12$ であり、該液晶層の厚さ $d (\mu\text{m})$ と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ が $0.2 \sim 0.7 \mu\text{m}$ であり、複屈折媒体の位相差 $\Delta n d$ が $0.005 \sim 0.2 \mu\text{m}$ で、かつ、該複屈折媒体の遅相軸がいずれか一方の基板面上のラビング軸と交差していることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項12】 前記複屈折媒体が二枚以上の透明な有機高分子フィルムで構成されており、それぞれの有機高分子フィルムの遅相軸が前記液晶層の基板との界面部の分子配向軸と交差し、前記液晶層のねじれ角を θ とした時、該液晶層の厚さ $d (\mu\text{m})$ と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ が、 $(0.0033 \times \theta + 0.1) \sim (0.0033 \times \theta + 0.3) \mu\text{m}$ であり、前記複屈折媒体の $\Delta n d$ が $(0.00025 \times \theta - 0.1) \sim (0.00025 \times \theta - 0.3) \mu\text{m}$ である請求項11に記載の液晶表示

装置。

【請求項13】 前記複屈折媒体が透明な有機高分子フィルムからなり、その遅相軸が前記液晶層の基板との界面の分子配向軸と交差し、前記液晶層のねじれ角 θ が $10 \sim 80$ 度、該液晶層の厚さ d (μm)と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ が $(0.0033 \times \theta + 0.1) \sim (0.0033 \times \theta + 0.3) \mu\text{m}$ で、複屈折媒体の Δn が $(-0.00016 \times \theta + 0.025) \sim (-0.0007 \times \theta + 0.09) \mu\text{m}$ である請求項11に記載の液晶表示装置。

【請求項14】 前記電極がマトリクス状に形成されている請求項1～13のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項15】 前記電極がマトリクス状に形成されており、非電極部分に光を遮蔽する光遮蔽体が設けられている請求項1～14のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項16】 前記複屈折媒体が透明な有機高分子フィルムで構成され、該有機高分子フィルムの遅相軸が基板面上の液晶分子の配向方向と交差するように配置されている請求項1～14のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項17】 前記複屈折媒体が透明な有機高分子フィルムで構成され、該有機高分子フィルムの遅相軸が上下基板面上の液晶分子の配向方向のベクトル和と直交するように配置されている請求項1～16のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項18】 前記複屈折媒体が少なくとも二枚の透明な有機高分子フィルムで構成され、それぞれのフィルムの遅相軸が交差している請求項1～17のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項19】 前記複屈折媒体が少なくとも二枚の透明な有機高分子フィルムで構成され、それぞれの有機高分子フィルムの位相差が異なり、積層隣接するフィルム間の位相差の差が、それぞれのフィルムの単独の位相差よりも小さい請求項18に記載の液晶表示装置。

【請求項20】 前記有機高分子フィルムは複屈折位相差の波長分散と光の波長 $0.55 \mu\text{m}$ での位相差の絶対値とが異なる有機高分子フィルムで構成され、複屈折の波長変化より小さいか、または長波長側でより大きな値をとる正の分散特性を示すフィルムで構成されている請求項18に記載の液晶表示装置。

【請求項21】 特定方向の偏光を吸収する楕円偏光板が透明な保護フィルムでサンドイッチ状に密着積層され、該保護フィルムが複屈折性を有し、その遅相軸が前記楕円偏光板の吸収軸と交差しており、その位相差が $0.005 \sim 0.25 \mu\text{m}$ であることを特徴とする液晶表示装置用の楕円偏光板。

【請求項22】 前記保護フィルムは複屈折性を有する二枚以上の透明な有機高分子フィルムからなり、その少なくとも二枚のフィルムは位相差が異なり、かつ、その差がそれぞれのフィルム単独の位相差よりも小さい請求

項21に記載の液晶表示装置用の楕円偏光板。

【請求項23】 前記保護フィルムは複屈折性を有する二枚以上の透明な有機高分子フィルムからなり、その少なくとも二枚のフィルムは複屈折位相差の波長分散と光の波長 $0.55 \mu\text{m}$ での位相差の絶対値とが異なり、複屈折の波長変化より小さいか、または長波長側でより大きな値をとる正の分散特性を示すフィルムである請求項22に記載の液晶表示装置用の楕円偏光板。

【発明の詳細な説明】

10 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はコントラストが高く、かつ、視角特性が良好な電界効果型液晶表示装置及びそれに用いる楕円偏光板に関する。

【0002】

【従来の技術】 高コントラスト比の液晶表示装置を実現するために、らせん構造が互いに逆におねじれた二つの液晶素子を積層するか、あるいは複屈折性プラスチックフィルムを積層した表示装置が提案されている（米国特許第4,844,569号）。なお、複屈折性プラスチックフィルムは、偏光板と電極基板間に粘着剤で積層接着される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 大容量表示が可能な液晶表示装置には、スーパーツイステッドネマチックタイプ（STN）とシンフィルムトランジスタタイプ（TFT）が知られている。特に、STN液晶表示装置は、液晶層のらせんのねじれ角が大きいのが特徴で、優れた時分割駆動特性を有する。

30 【0004】 しかし、これらの液晶表示装置においては、液晶分子の複屈折性と旋光性に基づく位相差によって生ずる干渉色のため、背景色または表示色が黄色あるいは青色に着色していた。この干渉色を打ち消すため、電極等の電界印加手段を持たない、ねじれ方向が逆の液晶素子を積層したり、あるいは複屈折性プラスチックフィルムを液晶素子に積層することで、位相差を補償して白黒表示を実現し、併せてコントラスト比も向上した。

40 【0005】 図2(a)は液晶素子の構造を示す模式断面図であるが、上記複屈折性プラスチックフィルム（複屈折媒体3）は偏光板1と基板5との間に積層されており、該複屈折媒体3は液晶セルの位相差と実質的に等しく、両者の符号は互いに逆で、その位相差の典型的な値は 800 nm 程度である。

50 【0006】 こうした従来技術による液晶素子への電圧印加による透過率の変化を図3に示す。図から分かるように低電圧印加（非選択電圧）時に位相補正をして黒表示を得ている。しかし、液晶分子の配向が変化し始める低電圧域では、液晶分子配向が不安定なため不均一になり易い。その結果、コントラストの低下、表示むら、クロストーク現象が発生して、表示画質を低下させるという問題があった。

【0007】クロストークとは、時分割駆動を行った場合、表示したくない非表示点（非選択点）が完全な非表示状態にならずに半点灯状態となり、表示画面全体の表示コントラスト比を低下させる現象をいう。これはこうした液晶表示装置の弱点でもあり、応答速度を高めるために、予め全電極にバイアス電圧が印加されていることによるもので、当該部分の液晶が不完全であるが僅かに応答し透過率が上昇する。こうした状態の透過率と理想的な非選択状態の透過率との差がクロストークと呼ばれる。

【0008】クロストーク現象は、非選択電圧印加時に黒表示となるノーマリークローズ方式で著しい。また、このクロストーク現象は印加される駆動電圧の周波数成分によっても変化する。液晶素子への交流電圧を印加した時の透過率の変化において、透過率の飽和値を100%として、その透過率が10%となる電圧をしきい値電圧とした時、このしきい値電圧の周波数による変動が小さい方がクロストーク現象の発生が少ない。

【0009】一方、TFT液晶表示装置は、ネマチック液晶のねじれ角を90度、液晶層の厚さ d と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ (μm) が0.5近傍のとき、100:1以上の高コントラスト比と多階調ならびに多色表示が可能であるが、表示装置を斜めから見た場合に透過率並びに表示色が大きく変化するという問題があった。

【0010】そこで、ネマチック液晶層のねじれ角を10~80度とし、該液晶層の厚さ d (μm) と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ を0.2~0.7 μm とすることにより、視角特性を向上する方法が提案された（特開昭63-115137号公報）。

【0011】しかし、表示装置を正面から見た場合のコントラスト比は、電圧印加時の黒透過率の上昇により低下した。この原因は、図2(b)の模式断面図に示すように、電圧印加時に基板界面付近の液晶分子は完全には立ち上がっていない。ねじれ角が90度の場合、ラビング軸、即ち、液晶分子の配向方向が直交するため、この残留位相差が打ち消されるが、ねじれ角を10~80度の場合、液晶分子の配向方向が直交していないので残留位相差が打ち消されずに黒透過率が上昇するためである。

【0012】本発明の目的は、コントラストが高くかつ視角特性が良好、あるいは、表示の均一性が優れた電界効果型の液晶表示装置を提供することにある。

【0013】本発明の他の目的は、前記電界効果型の液晶表示装置に用いられる楕円偏光板を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の要旨は次のとおりである。

【0015】(1) 電極を有し対向配置された少なくとも一方が透明な一対の基板、該基板間に挟持された液

晶層、該液晶層を挟んで設けられた一対の偏光板、該電極間に2値以上の電圧を印加して前記液晶の透過光量を変化させる制御手段を備えた液晶表示装置であって、液晶層の基板との界面部の液晶分子とその他の基板間液晶分子の傾斜角が異なる電圧が印加された状態で、該液晶層の前記界面部の残留位相差と等しいかまたは近接する位相差を有する複屈折媒体を、前記偏光板の少なくとも一方と液晶層との間に配置し、かつ、その複屈折媒体の遅相軸が前記液晶層の残留位相差を補償し得る角度に設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【0016】(2) 前記液晶層が挟持された基板間であらせん構造を有する前記(1)記載の液晶表示装置。

【0017】(3) 前記2値以上の電圧のうちの最低電圧 V_1 より高い電圧 V_2 の印加時に、前記両基板間で液晶分子の傾斜角が変化した状態での透過光量が前記最低電圧 V_1 印加時より低くなるように前記偏光板が配置されており、かつ、電圧 V_2 の印加時において、基板との界面部の液晶の残留位相差と等しいかまたは近接する位相差を有する複屈折媒体が、少なくとも一方の前記偏光板と前記液晶層との間に配置されている前記(1)または(2)に記載の液晶表示装置。

【0018】(4) 前記2値以上の印加電圧のうち V_2 が最大電圧である前記(3)に記載の液晶表示装置。

【0019】(5) 前記複屈折媒体が二枚以上の透明な有機高分子フィルムで構成されており、それぞれの有機高分子フィルムの遅相軸が前記液晶層の基板との界面部の分子配向軸と交差し、前記液晶層のねじれ角を θ とした時、該液晶層の厚さ d (μm) と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ が、 $(0.0033 \times \theta + 0.1) \sim (0.0033 \times \theta + 0.3) \mu m$ であり、前記複屈折媒体の $\Delta n d$ が $(0.00025 \times \theta - 0.1) \sim (0.00025 \times \theta - 0.3) \mu m$ である液晶表示装置。

【0020】(6) 特定方向の偏光を吸収する楕円偏光板が透明な保護フィルムでサンドイッチ状に密着積層され、該保護フィルムが複屈折性を有し、その遅相軸が前記楕円偏光板の吸収軸と交差しており、その位相差が $0.005 \sim 0.25 \mu m$ であることを特徴とする液晶表示装置用の楕円偏光板。

【0021】前記液晶装置は電界効果型と呼ばれ、電極間に電界を印加することにより、液晶分子の配向状態を変化させて透過率を制御する。正の誘電異方性を有するネマチック液晶を用いた場合には、電圧無印加状態においては液晶分子は電極基板に一定の傾斜角（プレチルト角）を持ち配向する。基板に形成した電極間に電界を印加し、その電界を徐々に大きくすると、液晶分子はある値以上の電界において配向状態が変化しはじめ、前記傾斜角が変化し、基板面付近と基板間中央部とでその大きさが異なり、前記らせん構造が減衰する。これをしきい値と云い、このしきい値より十分大きい電界では、電界に対して平行、即ち、電極基板に対して液晶分子が垂直

7

な配向となる。また、表示の着色原因となる前記位相差も、印加する電界の大きさ、即ち、液晶分子の配向状態の変化に伴い減少する。

【0022】液晶及び複屈折媒体の位相差の測定方法は、偏光顕微鏡を用いたセナルモン法、分光光度計を用いた干渉法、あるいは、分光研究：第29号第5巻、301～320頁（1980年）に記載されているストレスプレートモジュレータを用いた偏光解析法等がある。前記液晶表示装置の位相差を上記のストレスプレートモジュレータを用い、光の波長 $0.633\mu\text{m}$ で測定したところ、図4に示すような結果が得られた。

【0023】ある液晶表示装置の位相差は、電界無印加状態で $0.9\mu\text{m}$ 程度の場合、しきい値近傍では $0.8\mu\text{m}$ 前後、しきい値より十分大きい電界（4V以上）では電極基板に対して垂直な配向となり、等方性液体に近づくために $0.05\mu\text{m}$ 以下となる。

【0024】ここで液晶表示装置を時分割駆動する場合、非選択電圧がしきい値電圧に相当する。しきい値近傍では液晶分子の配向状態は、分子が基板に対して立上り始め、かつ、液晶層のねじれ構造が解消し始めるため非常に不安定であり、また、配向の変化も急激である。

【0025】この状態で黒表示を得るため、位相差 $0.6\sim 0.8\mu\text{m}$ の複屈折媒体を配置したノーマリークローズ方式の液晶表示装置では、前記の理由により均一な黒表示が得られずコントラスト比も低下する。これを解決するためには、液晶分子の配向の安定している選択電圧印加時に黒表示が得られるノーマリーオープン方式が好ましい。

【0026】時分割数200本の表示素子で $1/200$ デューティ駆動する場合、選択電圧として非選択電圧の1.073倍、時分割数400本時には1.051倍の電圧が印加される。この状態での液晶分子の状態の模式図を図2(b)に示す。液晶分子の配向状態はらせん構造が減衰され、基板界面部を除きほぼ立ち上がった状態となる。この時の位相差は、基板界面に残留配向した液晶分子のみにより決定される微小な値の界面残留位相差21となる。

【0027】完全な白黒表示を得るためには、この液晶層の界面残留位相差21と等しいかまたは近接した位相差を持つ複屈折媒体3を配置する必要がある、その複屈折媒体の位相差は $0.1\sim 0.15\mu\text{m}$ が好ましい。さらに高電圧側で黒表示を得るためには、より小さな位相差 $0.1\mu\text{m}$ 未満であることが必要となる。

【0028】前記複屈折媒体を設置する位置は、液晶層と偏光板のいずれか一方との間であればよいが、特に、基板間に配置した場合、多重反射による透過率の減衰が減り、明るさを向上することができる。

【0029】前記基板の電極間に印加する電圧は、階調数によりレベル数が決定され、2階調表示の場合は2レベル（2位置）、8階調表示の場合は8レベル（8位

8

置）となる。さらに電圧レベル数を増すことにより、多階調表示が可能である。

【0030】また前記2レベル以上の電圧のうち、電圧 V_2 を最大電圧とすることにより、低電圧側で白表示、高電圧側で黒表示となるノーマリーオープン方式の表示となる。この方式の表示は、白表示透過率が高く、コントラスト比が大きいのが特徴で、反射型表示装置に用いた場合有利である。この場合、コントラスト比を従来と同等にすれば、高透過率の偏光板の使用が可能であり、透過率をさらに向上することができる。

【0031】また、透過型表示装置の場合、黒表示時に電極間からの漏れ光が生じるが、クロム蒸着あるいは黒色顔料を印刷することによりブラックマトリクスを電極間に施すか、あるいは、表示部に占める非電極部分の割合を減じる、いわゆる開口率を増すことによってコントラスト比を向上することができる。

【0032】前記液晶層のねじれ角の大きさは、STN液晶表示装置による時分割駆動においては、しきい値近傍の点灯状態が光を散乱する配向となることから最大値が制限され、 360 度が上限である。また、下限はコントラストによって制限され、 180 度が限界である。更に、走査線数が200本以上でもコントラストが十分満足できるような白黒表示が可能な液晶素子を得たいときには、ねじれ角は $240\sim 270$ 度が好ましい。更にまた、ねじれ角が 90 度の整数倍近傍の時、上下基板界面での液晶分子の配向方向が互いに直交となるため、前記界面残留位相差は打ち消されてより小さくなり、コントラスト比は向上する。

【0033】一方、TFT液晶表示装置の場合、ねじれ角の大きさはコントラスト比向上を重視すれば 90 度近傍が好ましいが、視角特性を考慮するとねじれ角は $30\sim 80$ 度が好ましい。ねじれ角を 90 度、液晶層の厚さ d と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ が $0.5\mu\text{m}$ 近傍とすると、駆動電圧8V程度で $100:1$ 以上の高コントラスト比が得られる。これは、基板界面部での液晶分子の配向方向が互いに直交となるため、前記界面残留位相差は打ち消されるためである。

【0034】視角特性向上のためには液晶層のねじれ角を 90 度よりも小さく、該ネマチック液晶層の厚さ d と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ を $0.5\mu\text{m}$ よりもさらに小さくすることが効果的である。しかし、ねじれ角が 90 度より小さい場合、駆動電圧8V程度では基板界面付近の液晶分子の配向方向は互いに直交せず、微小な位相差が残留するために $100:1$ 以上の高コントラスト比を得るには20V以上の高電圧の印加が必要となる。

【0035】従って、上記の液晶層の該残留位相差に相当する位相差 $0.05\mu\text{m}$ 以下の複屈折媒体、例えば、高分子フィルムを、液晶層と少なくとも一方の前記偏光板との間に配置することにより、残留位相差が補償され駆動電圧8V程度で $100:1$ 以上の高コントラスト比

のものを十分得ることができる。

【0036】本発明の前記複屈折媒体としては、例えば、トリアセチルセルロース、ポリカーボネート、ポリビニルアルコール、ポリエーテルスルホン、ポリエチレンテレフタレート等の透明な高分子フィルムが挙げられる。

【0037】前記複屈折媒体の位相差は、選択電圧印加時あるいは高電圧印加時に位相差を打ち消すことを目的とするため、 $0.01 \sim 0.25 \mu\text{m}$ が好ましい。この位相差を得る手段として、同じ高分子フィルムを2枚以上用いるのがよい。該高分子フィルムの遅相軸を平行に積層すると位相差の大きさは各フィルムの和となり、直交させると各高分子フィルムの位相差の差となるので、目的とする補償値に合わせて交差角度を選択する必要がある。

【0038】該高分子フィルムの積層角度は、STN型液晶表示装置においては、非選択電圧印加時には液晶層のらせん構造は完全には消失していないため、直交よりも小さい方が好ましい。また、TFT型液晶表示装置の場合には、直交積層することにより、高分子フィルム自身

が視角特性を広げる効果がある。

【0039】前記界面残留位相差を補償するためには、二枚の高分子フィルムを前記上下基板のラビング方向に交差させて各一枚ずつを積層する方法と、一枚の高分子フィルムを該上下基板のラビング方向のベクトル和に交差させて積層する方法がある。

【0040】また異種の高分子フィルム、特に、屈折率の波長分散特性が異なるフィルムをその遅相軸を交差させて積層すると、該積層フィルムの屈折率の波長分散特性で前記界面残留位相差の補償を制御することができる。この場合、液晶と高分子フィルムの屈折率の波長分散をほぼ等しくすることにより、可視光の全波長領域で位相差が打ち消され、より完全な位相補償ができ、コントラスト比をより向上できる。なお、上記各フィルムは目的に応じて選択できる。

【0041】前記液晶表示装置において、偏光板（偏光フィルム）は水分や紫外線を遮断する保護フィルムが密着積層されていてもよい。こうした保護フィルムは複屈折性を有するフィルム、例えば、トリアセチルセルロース（TAC）などが使用されているが、保護フィルムの遅相軸と偏光フィルムの吸収軸は、平行あるいは直交させて積層され、偏光板自体は位相差を持たない。しかし、前記保護フィルムの基板に接する側のフィルムで、位相差の大きさが $0.01 \sim 0.25 \mu\text{m}$ のフィルムの遅相軸を、偏光フィルムの吸収軸と交差させることにより、位相差を持たせた楕円偏光板を得ることができる。また、高分子フィルムからなる保護フィルムを楕円偏光板に密着積層し、位相差の大きさ、屈折率の波長分散特性を制御できる。

【0042】前記複屈折媒体は、液晶層の残留位相差を

打ち消すことを目的に配置されており、該遅相軸は液晶の遅相軸とほぼ直交する。ここで液晶層の平均の遅相軸方向は、液晶層を挟持する上基板および下基板の界面での液晶分子の配向ベクトルの和に相当する。

【0043】本発明の表示装置においては、光源として冷陰極管、熱陰極管やエレクトロルミネッセントを用いたもの、または外光を利用した反射型のものに適用することができる。

【0044】

【作用】本発明の液晶表示装置が、コントラストが高く、表示の均一性の高い理由は、液晶分子が基板界面を除きほぼ立上って分子配向が安定する高電圧印加時に黒表示となるため透過率の減衰が小さくなり、かつ、複屈折媒体を用いて液晶層の残留位相差を補償することにより、明るい白表示が得られるためである。

【0045】また、視角特性が良好な理由は、液晶層のねじれ角を $10 \sim 80$ 度とし、液晶層の厚さ d と屈折率異方性 Δn の積 $\Delta n \cdot d$ (μm) を 0.5 よりもさらに小さくしたことと、界面残留位相差を補償する複屈折媒体を偏光板と液晶層の間に配置したことにより、位相差の視角による変化が小さくなったためである。

【0046】

【実施例】次に、本発明を実施例により具体的に説明する。

【0047】【実施例1】図1は本発明の液晶表示装置の構成の一実施例を示す模式斜視図である。本実施例では、電界効果型液晶として正の誘電異方性を有するネマチック液晶を用いて時分割駆動を行った例で説明する。

【0048】液晶分子7のねじれ方向とねじれ角は、上側電極基板5のラビング方向6と下側電極基板9のラビング方向8及びネマチック液晶に添加される旋光性物質の種類と添加量によって規定される。ねじれ角は、しきい値近傍の点灯状態が光を散乱する配向となることから最大値が制限され、 360 度が上限であり、また、下限はコントラストによって制限され、 180 度である。

【0049】本実施例では、走査線数が 200 本以上でも、コントラストが十分に満足できるような白黒表示が可能な液晶素子の提供を目的としたので、ねじれ角は上下基板間で 240 度とした。また、このねじれ角を実現するためには、基板界面と液晶分子のなす傾斜角（プレチルト角）を 2 度以上とする必要があり、ここではポリイミド配向膜（日産化学製RN422）を基板面に形成して 4 度とした。

【0050】また、ビフェニール系液晶とエステルシクロヘキサン系液晶を主成分とするネマチック液晶（メルク社：ZLI-4455） $\Delta n = 0.12$ を用い、液晶層の厚さを $6.5 \mu\text{m}$ とした。なお、該液晶は、旋光性物質（メルク社製：S811）を 0.7 重量%添加したものである。

【0051】偏光板としては、日東電工製G1220D

11

・U (偏光度99.95%)を用い、下側偏光板10の吸収軸(偏光軸)11と下側電極基板9の下側ラビング軸8とのなす角は、コントラスト比、明るさ、色等を考慮すると30~60度または120~150度の範囲が望ましく、本実施例では135度とした。

【0052】また、下側偏光板10の吸収軸11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角度はほぼ90度とした。

【0053】複屈折媒体としては、トリアセチルセルローズ(TAC)フィルム一枚を基板5の外側に配置したが、基板3と液晶層7の間、あるいは基板9と液晶層7の間に配置してもよい。また、複屈折媒体(有機高分子フィルム)は基板5あるいは9と偏光板1あるいは10の間に各一枚、あるいは各二枚配置してもよい。この場合、各々のフィルムの位相差は、片側一枚の場合よりも低くすることが望ましい。

【0054】該複屈折媒体である有機高分子フィルムとしては、ポリカーボネート(PC)、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリエーテルスルホン(PES)、ポリエチレンテレフタレート(PET)等の透明な複屈折性プラスチック延伸フィルムを用いることができ、TACフィルムに限定されない。

【0055】図5は、前記の液晶表示装置の印加電圧に対する透過率の変化を示すグラフである。本実施例では時分割駆動を行ない、前記選択電圧 V_2 として2.7Vを印加し、透過率が最小となるように位相補正を行なった。この時、非選択電圧 V_1 は1/200デューティ駆動を行うため2.52Vとし2値表示としたが、 V_1 と V_2 の間の電圧2.6Vを V_3 に、あるいは V_2 より高電圧2.8Vの V_4 を設定し、3値以上の多階調表示も可能である。

【0056】前記液晶層の位相差は、電圧無印加の状態では $0.78\mu\text{m}$ 、非選択電圧(V_1)2.52V印加時には $0.70\mu\text{m}$ 、選択電圧(V_2)2.7V印加時には $0.14\mu\text{m}$ である。従って、液晶層の界面残留位相差を補償するための複屈折媒体の位相差は $0.14\mu\text{m}$ が必要であり、これを配置することによりコントラスト比は従来の20:1から100:1に向上できる。

【0057】 $0.14\mu\text{m}$ の複屈折媒体を得る別の手段として、位相差 $0.3\mu\text{m}$ TACフィルムと位相差 $0.44\mu\text{m}$ のTACフィルムの遅相軸を概略直交させて積層するか、あるいは位相差 $0.3\mu\text{m}$ のTACフィルムと位相差 $0.16\mu\text{m}$ のPVAフィルムを所定の交差角度で積層することによっても得ることができる。

【0058】また、100:1以上のコントラスト比を得るためには有機高分子フィルムの位相差は $0.14\mu\text{m}$ であるが、それに近接した値、 $\pm 20\%$ の範囲であればほぼ同様の効果が得られる。さらにまた、位相差を $0.23\mu\text{m}$ の有機高分子フィルムをそのまま用いた場合は、コントラスト比は100:1に達しないが、従来よりは向上した60:1のものを得た。

12

【0059】図6は、本実施例の選択電圧と非選択電圧の印加時における透過率の波長依存性を示すグラフである。可視光領域(400~700nm)においては透過率の波長依存性は比較的小さく、白黒表示が得られる。

【0060】図7は本実施例の黒表示時の透過率の周波数依存性を示すグラフである。また、図8は従来のノーマリークローズ方式の黒表示時の透過率の周波数依存性を示すグラフである。

【0061】本実施例の場合は、周波数50Hzの透過率と1kHzの透過率の比は2.5である。これに対して、従来(比較例1)の場合の周波数50Hzの透過率と1kHzの透過率の比は4.9であり、本実施例が透過率の変動が少なくクロストークが起こりにくいことを示唆している。なお、液晶素子のねじれ角は180~270度の範囲であれば同様の効果を示す。

【0062】本実施例では、光源として冷陰極管を用いたが、熱陰極管やエレクトロルミネッセントでもよく、また、光源を用いずに反射板を用いた外光利用型でも同様の効果が得られる。特に、反射型の場合には、光透過率の高い偏光板、例えば、透過率40%以上、偏光度95%以下(日東電工製のNPF-F1225DU;透過率45%)を用いれば、コントラスト比を低下することなく、明るさを向上することができる。

【0063】また、カラーフィルターを具備することにより、カラー表示も可能である。

【0064】〔比較例1〕実施例1と同じ構成で、複屈折媒体3の代わりに液晶層がねじれた構造の液晶素子を積層した。該素子の液晶には旋光性物質としてメルク社のR811を0.5重量%添加し、ねじり角を-240度(30)に設定し、この素子への電圧印加は行なわなかった。この構成では電圧無印加時で黒表示となるノーマリークローズとなり、コントラスト比は20:1である。図8に黒表示時の透過率の周波数依存性を示す。周波数により黒表示時の透過率が大きく変化し、クロストークが発生し易いことが分かる。

【0065】〔比較例2〕実施例1と同じ構成で、下側偏光板10の吸収軸11と下側電極基板9のラビング方向8とのなす角を45度とし、下側偏光板10の吸収軸11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角度をほぼ90度とした。また、複屈折媒体として位相差 $0.56\mu\text{m}$ のPCフィルムを一枚用い、該フィルムの遅相軸(延伸軸)4と上側電極基板5のラビング方向6とのなす角をほぼ90度とした。

【0066】この場合は、電圧無印加あるいは非選択電圧印加時に白表示となるノーマリーオープンとなるが、白表示と透過率を優先して複屈折媒体を配置したためコントラスト比が約4:1であった。

【0067】〔実施例2〕実施例1と同じ構成で、複屈折媒体として位相差 $0.2\mu\text{m}$ のPCフィルムと位相差 $0.34\mu\text{m}$ のPCフィルムのそれぞれの遅相軸をほぼ

13

・直交させて積層し、位相差を $0.14\mu\text{m}$ としたものを用いた。この時のコントラスト比は70:1であった。

【0068】〔実施例3〕実施例1と同じ構成で、上側偏光板1と上側電極基板5の間に複屈折媒体として厚さ $100\mu\text{m}$ 、屈折率の異方性 Δn が 0.0014 で位相差 $0.14\mu\text{m}$ のPCフィルムを、さらに下側偏光板10と下側電極基板9の間に複屈折媒体として厚さ $50\mu\text{m}$ 、位相差 $0.56\mu\text{m}$ のPCフィルムを配置した。この時のコントラスト比は70:1であった。

【0069】〔実施例4〕実施例1と同じ構成で、複屈折媒体4として液晶素子を用いた。該素子には旋光性物質としてメルク社製のR811を0.5重量%添加し、ねじれ角 -240° 、 $\Delta n \cdot d = 0.99\mu\text{m}$ の液晶素子に 1kHz 、実効値電圧 4V の矩形波を印加した。該液晶素子の電圧印加状態での位相差は $0.14\mu\text{m}$ である。この時のコントラスト比は100:1であった。

【0070】〔実施例5〕実施例1と同じ構成で、複屈折媒体として偏光板と一体化した楕円偏光板を用いた。図9に本実施例で用いた偏光板の斜視図を示す。偏光フィルム16の両面に有機高分子フィルムからなる保護フィルム15、17が密着積層されている。該保護フィルム15、17は水分、紫外線等を遮断する機能を有するものである。本実施例の偏光フィルム16としては、ヨウ素を添加したポリビニルアルコール(PVA)フィルムを一軸延伸したものである。また、保護フィルム15、17は位相差 $0.050\mu\text{m}$ のTACフィルムを用い、保護フィルム17の遅相軸14と偏光フィルム16の吸収軸13の交差角は 15° とした。

【0071】なお、保護フィルム17の外側に粘着層18を設けて液晶素子の基板に密着させることができる。また、保護フィルムにはポリカーボネート、ポリビニルアルコール等の複屈折性プラスチック延伸フィルムを用いることもできる。

【0072】複屈折媒体と一体化した楕円偏光板としては、図10に示すように3層あるいは4層以上の構造のものを、目的に応じて用いることができる。

【0073】〔比較例6〕実施例4と同じ構成で、複屈折媒体の代わりにねじり構造を持たないホモジニアス配向の液晶素子を用いた。図11は、印加した交流電圧に対する透過率の変化を示すグラフである。コントラスト比が100:1以上を得る駆動電圧(V_z)は 10V 以上となり、 V_z を 6V とするとコントラスト比は3:1となった。

【0074】〔実施例7〕実施例1と同じ構成で、下側偏光板10の吸収軸(偏光軸)11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角度をほぼ 90° とした。液晶層のねじれ角を 60° 、下側偏光板10の吸収軸11とラビング方向(液晶配向方向)との角度を 15° に設定した。液晶にはメルク社製ZLI1800-100($\Delta n = 0.0705$)を用い、液晶層の厚さ $4.9\mu\text{m}$ とし、 Δn

14

・ d を $0.345\mu\text{m}$ に設定した。複屈折媒体として位相差($\Delta n d$)が $0.03\mu\text{m}$ のPVA一軸延伸フィルムを2枚用い、一枚を下側偏光板10と基板9との間に、他の一枚を上側偏光1と基板5との間にそれぞれ配置し、該フィルムの遅相軸4を基板界面の液晶配向方向(ラビング方向)に対して 90° に、それぞれ設定した。

【0075】この時の正面における透過率37.6%(0V印加時)、8V印加時のコントラスト比は約220であった。

【0076】また、正面における輝度の階調レベルを8段階に分割し、その各階調表示時における領域を斜め方向から見た時、隣合う2つの領域において最初に明暗が反転し始める時の角度範囲は、左右において 72° 、上下において 55° であった。

【0077】〔実施例8〕実施例7と同じ構成で、液晶にメルク社製ZLI1646($\Delta n = 0.08$)を用い、液晶層の厚さ $4.3\mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ を $0.34\mu\text{m}$ に設定した。複屈折媒体として $\Delta n d$ が $0.03\mu\text{m}$ の一軸延伸フィルム1を、上側偏光板1と基板5との間に配置し、高分子フィルムの遅相軸4をそれぞれの基板界面のラビング方向のベクトル和の方向とほぼ直交するようにして積層した。

【0078】この時の正面における透過率37.4%(0V印加時)、8V印加時のコントラスト比は約210であった。

【0079】また、正面における輝度の階調レベルを8段階に分割し、その各階調表示時における領域を斜め方向から見た時、隣合う2つの領域において最初に明暗が反転し始める時の角度範囲は、左右において 65° 、上下において 40° であった。

【0080】〔実施例9〕実施例7と同じ構成で、液晶層の厚さを $5.5\mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ を $0.44\mu\text{m}$ に設定した。正面の透過率34.2%(0V印加時)、8V印加時のコントラスト比は約190であった。また、正面における輝度の階調レベルを8段階に分割し、隣合う2つの領域において明暗が反転し始める時の角度範囲は、左右が 57° 、上下が 32° であった。

【0081】〔実施例10〕実施例9と同じ構成で、液晶にメルク社製ZLI3122($\Delta n = 0.0466$)を用い、液晶層の厚さ $5.8\mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ を $0.27\mu\text{m}$ に設定した。正面の透過率34.4%(0V印加時)、8V印加時のコントラスト比は約190であった。また、正面における輝度の階調レベルを8段階に分割し、隣合う2つの領域において明暗が反転し始める時の角度範囲は、左右が 79° 、上下が 60° であった。

【0082】〔実施例11〕実施例7と同じ構成で、下側偏光板10の吸収軸11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角度をほぼ 90° とし、液晶層のねじれ角を 60° に設定した。液晶はメルク社製ZLI1646(Δn

15

($\Delta n \cdot d = 0.08$) を使用し、液晶層の厚さ $4.6 \mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ を $0.37 \mu\text{m}$ に設定した。

【0083】複屈折媒体は、 $\Delta n d$ が $0.58 \mu\text{m}$ と $0.54 \mu\text{m}$ の一軸延伸PCフィルムを延伸方向が直交するように積層したものを用いた。該フィルムは、位相差の大きい方のフィルムの延伸方向に遅相軸を有し、その合成される位相差は $0.04 \mu\text{m}$ で、1枚の複屈折媒体として取り扱うことができるものである。これを基板と偏光板との間に上下共にそれぞれ挿入し、それぞれの複屈折媒体の遅相軸が液晶配向方向に対してそれぞれ 90° となるように積層した。

【0084】図12は、基板に対して垂直方向と、基板に対して左方向から 30° と 45° 傾斜した方向で測定した透過率と印加電圧との関係を示すグラフである。なお、透過率(%)はフォトリサーチ社製の輝度計(タイプ1980A)で測定した光源輝度に対する表示素子透過後の輝度の比率である。

【0085】偏光板のみの平行透過率 34% 、印加電圧 1V の時の垂直方向の透過率 31% であり、 6V でのコントラスト比は 160 であった。また、図12から明らかなように、左方向から 30° および 45° の傾斜透過率は、垂直方向からの透過率と僅差である。

【0086】また、液晶層のねじれ角を 90° とした従来のTN方式では視角を大きくした時に明暗表示が反転するが、本実施例ではこうした反転は起らなかった。

【0087】〔実施例12〕実施例7と同じ構成で、液晶層のねじれ角を 75° 、下側偏光板10の吸収軸11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角をほぼ 84° とし、下側偏光板10の吸収軸11とラビング方向とがなす角度を 7° に設定した。液晶層の厚さ $5.1 \mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ が $0.41 \mu\text{m}$ になるように設定し、基板と偏光板の間に複屈折媒体は配置せず、代わりに図9に示す $\Delta n d 0.1 \mu\text{m}$ の保護フィルム17を有する楕円偏光板を用いた。この保護フィルム17の遅相軸14は、それぞれ基板界面の液晶配向方向と直交して設定した。

【0088】 1V の電圧印加時の透過率は 33% (理想値の 99%) であり、複屈折媒体を偏光板とは別個に挿入配置した場合よりも透過率が向上した。また、液晶素子自体の厚さもほぼ 5% 薄くすることができる。

【0089】〔実施例13〕実施例11と同じ構成で、液晶層のねじれ角を 45° 、下側偏光板10の吸収軸11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角をほぼ 89° とし、下側偏光板10の吸収軸11とラビング方向とがなす角度を 23° に設定した。液晶層の厚さ $4.0 \mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ を $0.32 \mu\text{m}$ になるよう設定した。複屈折媒体として、 $\Delta n d$ が $0.58 \mu\text{m}$ と $0.53 \mu\text{m}$ の一軸延伸PCフィルムの延伸方向を直交して積層した位相差 $0.05 \mu\text{m}$ のものを用いた。該複屈折媒体を基板と偏光板の間に、 $\Delta n d 0.58 \mu\text{m}$ のフィルムの延伸軸

16

方向が、液晶配向方向と直交するように配置した。

【0090】この液晶表示装置の印加電圧 1V の時の透過率は 31% (理想値の 91%) であった。また、印加電圧 5V におけるコントラスト比は約 190 で、高コントラスト比が得られる電圧を 5V に下げることができた。図12と同様な透過率と電圧の関係が得られ、明暗表示の反転がない表示装置が得られた。

【0091】〔比較例4〕図13は、実施例11の液晶表示装置において、複屈折媒体を挿入しない場合の透過率と電圧の関係を示すグラフである。実施例11では、印加電圧 6V でコントラスト比 160 を得たが、本比較例では 6V のコントラスト比は 30 であった。配向膜近傍の液晶のリタデーションがコントラスト比低下の原因である。

【0092】〔実施例14〕実施例8と同じ構成で、液晶層のねじれ角を 60° 、下側偏光板10の吸収軸11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角をほぼ 82° 、下側偏光板10の吸収軸11とラビング方向とがなす角度を 7° に設定した。液晶層の厚さ $4.3 \mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ を $0.34 \mu\text{m}$ に設定した。複屈折媒体には、 $\Delta n d$ が $0.03 \mu\text{m}$ の一軸延伸フィルムを遅相軸がそれぞれの基板のラビング方向のベクトル和の方向とほぼ直交するよう偏光板の内側に積層した。

【0093】この時の正面における透過率 37.4% (0V 印加時)、 8V 印加時のコントラスト比は約 200 であった。また、正面における輝度の階調レベルを8段階に分割し、隣合う2つの領域において明暗が反転し始める時の角度範囲は、左右が 65° 、上下が 40° であった。

【0094】〔実施例15〕実施例8と構成が同じで、複屈折媒体に、 $\Delta n d$ が $0.03 \mu\text{m}$ の一軸延伸フィルムを1枚用い、偏光板の内側に遅相軸がそれぞれの界面のラビング方向のベクトル和の方向と 65° になるように積層した。

【0095】この時の正面における透過率 37.0% (0V 印加時) 8V 印加時のコントラスト比は約 190 であった。また、正面における輝度の階調レベルを8段階に分割し、隣合う2つの領域において明暗が反転し始める時の角度範囲は、左右が 65° 、上下が 40° であった。

【0096】〔実施例16〕実施例2と構成が同じで、液晶層のねじれ角を 20° 、下側偏光板10の吸収軸11と上側偏光板1の吸収軸2との交差角をほぼ 90° 、下側偏光板10の吸収軸11とラビング方向とがなす角度を 35° に設定した。液晶層の厚さ $5.0 \mu\text{m}$ とし、 $\Delta n \cdot d$ が $0.4 \mu\text{m}$ に設定した。複屈折媒体には、 $\Delta n d$ が $0.03 \mu\text{m}$ の一軸延伸フィルムを遅相軸がそれぞれの基板のラビング方向のベクトル和の方向とほぼ直交するよう偏光板の内側に積層した。

【0097】この時の正面における透過率 30.0%

17

(0V印加時)、8V印加時のコントラスト比は約150であった。また、正面における輝度の階調レベルを8段階に分割し、隣合う2つの領域において明暗が反転し始める時の角度範囲は、左右が57度、上下が36度であった。

【0098】以上の実施例7～16における液晶表示装置において、液晶層のねじれ角(ツイスト角)を変化させた時の透過率と液晶層の位相差(リタデーション) $\Delta n d$ (μm) との関係を図14に示す。図14より、液晶層の $\Delta n d$ を0.2～0.7 μm とすることにより、透*10

$$\Delta n d = 0.287 - 4.96 \times 10^{-4} \theta - 3.05 \times 10^{-5} \theta^2 \quad \dots [1]$$

更に、図15において、明るさの低下がそれほど気にならない程度の透過率(最大透過率の約90%)を、ツイスト角度とリタデーション $\Delta n d$ の関係で表すと斜線部※

$$0.2238 - 5.55 \times 10^{-4} \theta + 2.43 \times 10^{-5} \theta^2 \leq \Delta n d \leq 0.333 - 1.21 \times 10^{-3} \theta + 5.63 \times 10^{-5} \theta^2 \dots [2]$$

(但し、 $10 \leq \theta \leq 80$)

式(2)を簡略化し、液晶層のリタデーション $\Delta n d$ の範囲を表すと $(0.0033 \times \theta + 0.1) \sim (0.0033 \times \theta + 0.3) \mu m$ となる。

【0102】更にまた、2枚の高分子フィルムからなる複屈折媒体の遅相軸をそれぞれ液晶分子の配向方向に垂直に配置し、液晶層に電圧を8V印加した場合、最も透*

$$\Delta n d = 0.0175 + 8.57 \times 10^{-5} \theta - 3.07 \times 10^{-6} \theta^2 + 5.30 \times 10^{-8} \theta^3 \dots [3]$$

正面のコントラスト比が複屈折媒体を入れない時より高くなる範囲と限定することにより、より高い表示品質のものが得られる。その領域は図16の斜線部122で表*

$$-1.16 \times 10^{-3} + 1.05 \times 10^{-4} \theta + 4.46 \times 10^{-7} \theta^2 \leq \Delta n d \leq 0.347 + 2.93 \times 10^{-4} \theta - 1.30 \times 10^{-5} \theta^2 + 2.51 \times 10^{-7} \theta^3 \dots [4]$$

(但し、 $10 \leq \theta \leq 80$)

式(4)を簡略化し、一枚あたりの複屈折媒体の位相差 $\Delta n d$ の範囲を表すと $(0.00025 \times \theta - 0.1) \sim (0.00025 \times \theta - 0.3) \mu m$ となる。

【0105】図15の曲線110、図16の曲線120上のツイスト角度60、70、80および90度における視角特性を図17に示す。

【0106】複屈折媒体の遅相軸を、上下基板のラビン◆

$$\Delta n d = 0.0357 - 7.44 \times 10^{-5} \theta + 3.80 \times 10^{-7} \theta^2 - 4.32 \times 10^{-8} \theta^3 \dots [5]$$

また、正面におけるコントラスト比が「複屈折媒体を挿入しない時より高くなる範囲」と限定することにより、

より高い表示品質が得られ、その領域は図18の斜線部132で表される。なお、斜線部132は、式(6)で*

$$0.0203 - 8.21 \times 10^{-5} \theta - 1.96 \times 10^{-6} \theta^2 \leq \Delta n d \leq 0.0707 - 1.46 \times 10^{-5} \theta - 1.67 \times 10^{-6} \theta^2 + 2.61 \times 10^{-8} \theta^3 \dots [6]$$

(但し、 $10 \leq \theta \leq 80$)

式(6)を簡略化し、複屈折媒体の $\Delta n \cdot d$ の範囲を表すと $(-0.00016 \times \theta + 0.025) \sim (-0.0007 \times \theta + 0.09) \mu m$ である。

【0109】図15の曲線110、図18の曲線130上のツイスト角度60、70、80および90度における※50

18

*過率で最大透過率の90%以上のものが得られ、明るい液晶表示装置を得ることができる。

【0099】次に、ツイスト角と最大透過率時の液晶層の $\Delta n d$ (μm) との関係を図15に示す。正面の透過率を低下させることなく視角の拡大を図ることができるツイスト角 θ (度) と、液晶の $\Delta n d$ の関係は曲線110で表すことができる。曲線110は、式(1)で表すことができる。

【0100】

【数1】

※113となる。これは式(2)で表される。

【0101】

【数2】

★過率の減少する上記フィルム一枚当りのリタデーション $\Delta n d$ のツイスト角依存性は、図16の曲線120となり、該曲線120は式(3)で表される。

【0103】

【数3】

☆され、式(4)で表すことができる。

【0104】

【数4】

◆g方向のベクトル和の方向と平行に配置し、液晶層に電圧を8V印加した場合、最も透過率の減少する複屈折媒体一枚当りのリタデーション $\Delta n d$ のツイスト角依存性は、図18に示す曲線130となり、式(5)で表すことができる。

【0107】

【数5】

*表される。

40 【0108】

【数6】

※る視角特性を図19に示す。

【0110】前記実施例7～16においては、0Vの透過率を最大にし、8Vの透過率を最小にすることによって視角拡大を図った。しかし、駆動電圧の低電圧化を考慮(例えば、5Vの透過率を最小にする)すると、最適

19

な複屈折媒体のリタデーション $\Delta n d$ の範囲は、図16の斜線部122、図18の斜線部132より広がる。従って、複屈折媒体の $\Delta n d$ は、 $0.005 \sim 0.2 \mu m$ であることが必要である。

【0111】情報の入力手段としてキーボード、該情報の演算処理手段として半導体集積回路、該情報の記憶手段として半導体メモリ及び磁気ディスク、外部装置との情報の受渡し手段としてパーソナルコンピュータ用通信ケーブルであるJIS企画に記載のRS232Cコネクタを有し、表示手段として本発明のマトリックス型液晶表示装置を用いたラップトップ型コンピュータは、消費電力が小さく、反射型でも高画質の表示ができるので、内蔵電池で駆動可能な小型軽量のコンピュータを提供することができる。

【0112】また、同様にワードプロセッサ、プリンタ等の事務用機器にも利用が可能である。

【0113】

【発明の効果】本発明の液晶表示装置は、高コントラスト比でクロストークの発生がなく、視角特性が優れていると云う効果があるため、高品質の表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の模式斜視図である。

【図2】液晶表示素子の液晶分子の配向状態を示す模式断面図である。

【図3】液晶表示素子の透過率と印加電圧との関係を示すグラフである。

【図4】液晶表示素子の位相差の印加電圧依存性を示すグラフである。

【図5】本発明の液晶表示素子の透過率の電圧依存性を示すグラフである。

【図6】本発明の液晶表示素子の透過率の光波長依存性を示すグラフである。

【図7】本発明の液晶表示素子の黒表示時の透過率の周波数依存性を示すグラフである。

【図8】従来の液晶表示素子の黒表示時の透過率の周波数依存性を示すグラフである。

【図9】本発明の一実施例の楕円偏光板の斜視図である。

20

【図10】本発明の他の実施例の楕円偏光板の斜視図である。

【図11】液晶表示素子の透過率の駆動電圧依存性を示すグラフである。

【図12】本発明の一実施例の液晶表示素子の視角特性を示すグラフである。

【図13】液晶表示素子の視角特性を比較したグラフである。

【図14】液晶層のツイスト角度 θ と透過率および液晶リタデーションの関係を示すグラフである。

【図15】液晶層のツイスト角度 θ と最大透過率及び90%透過率を与えるリタデーションの関係を示すグラフである。

【図16】液晶層のツイスト角と複屈折媒体のリタデーションの関係を示すグラフである。

【図17】液晶層のツイスト角と非反転視角範囲との関係を示すグラフである。

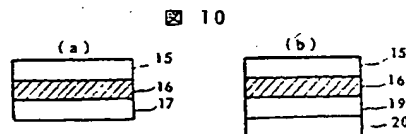
【図18】液晶層のツイスト角と複屈折媒体のリタデーションの関係を示すグラフである。

【図19】液晶層のツイスト角度と非反転視角範囲の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

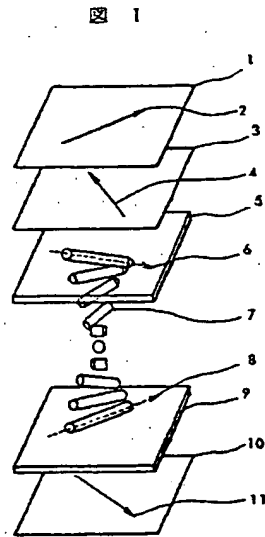
1…上側偏光板、2…上側偏光板吸収軸、3…複屈折媒体、4,12,14…遅相軸、5…上側電極基板、6…上側ラビング軸、7…液晶分子、8…下側ラビング軸、9…下側電極基板、10…下側偏光板、11…下側偏光板吸収軸、13…吸収軸、15,17,19,20…保護フィルム、16…偏光フィルム、18…粘着層、21…界面残留位相差、110…最大透過率、111…透過率90%を与える液晶の $\Delta n d$ の下限、112…透過率90%を与える液晶の $\Delta n d$ の上限、113…透過率90%の範囲、120…電圧印加時に最小透過率を与える複屈折媒体の $\Delta n d$ 、121…電圧印加時に最小透過率を与える複屈折媒体の $\Delta n d$ の上限、122…電圧印加時に最小透過率を与える複屈折媒体の $\Delta n d$ の範囲、130…電圧印加時に最小透過率を与える複屈折媒体の $\Delta n d$ 、131…電圧印加時に最小透過率を与える複屈折媒体の $\Delta n d$ の上限、132…電圧印加時に最小透過率を与える複屈折媒体の $\Delta n d$ の範囲。

【図10】



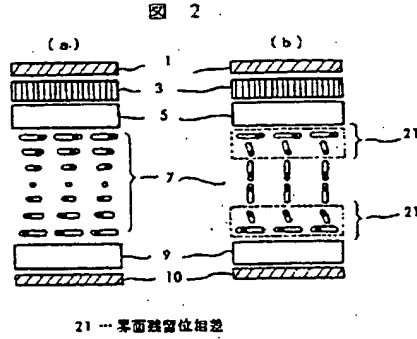
19, 20 …保護フィルム

【図1】



- | | |
|--------------|---------------|
| 1 → 上側偏光板 | 7 → 液晶分子 |
| 2 → 上側偏光板吸収軸 | 8 → 下側ラビング軸 |
| 3 → 液晶層 | 9 → 下側電極基板 |
| 4 → 液晶層 | 10 → 下側偏光板 |
| 5 → 上側電極基板 | 11 → 下側偏光板吸収軸 |
| 6 → 上側ラビング軸 | |

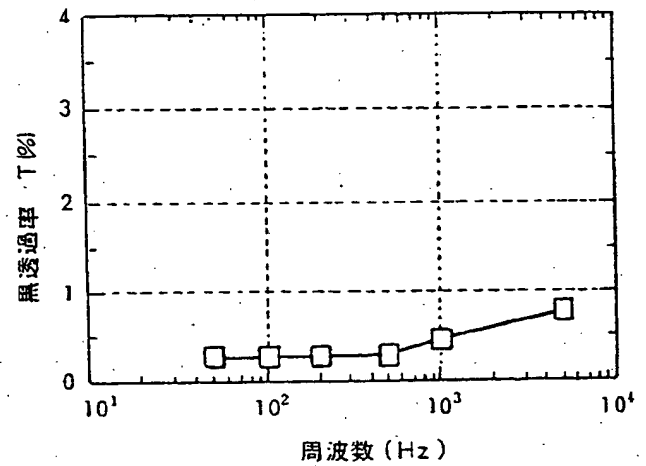
【図2】



21 → 液晶層位置相違

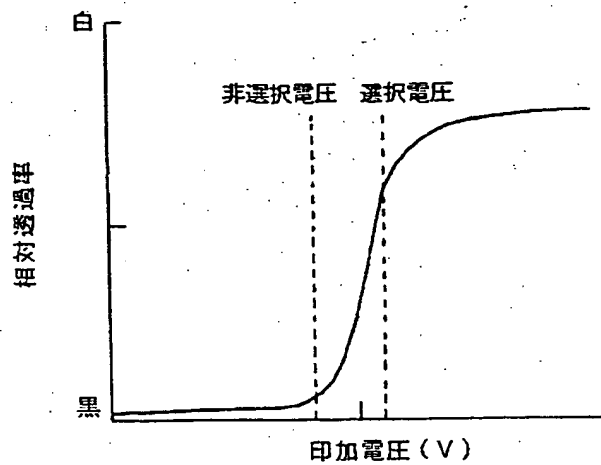
【図7】

図 7



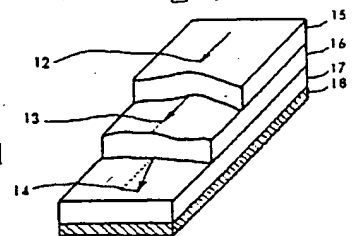
【図3】

図 3



【図9】

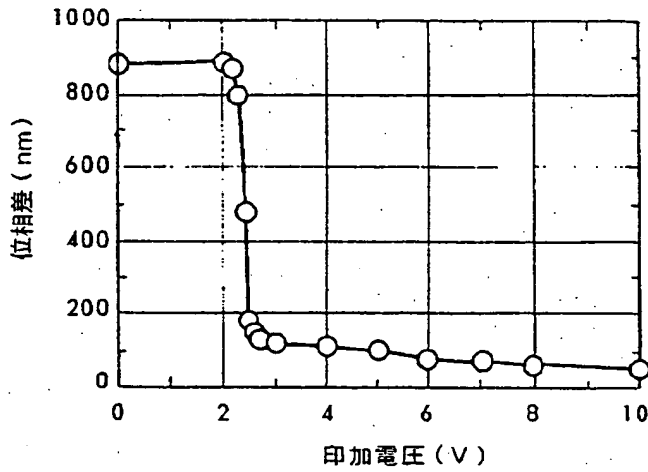
図 9



- | | |
|-----------------|-------------|
| 12, 14 → 液晶層 | 16 → 偏光フィルム |
| 13 → 吸収軸 | 18 → 粘着層 |
| 15, 17 → 保護フィルム | |

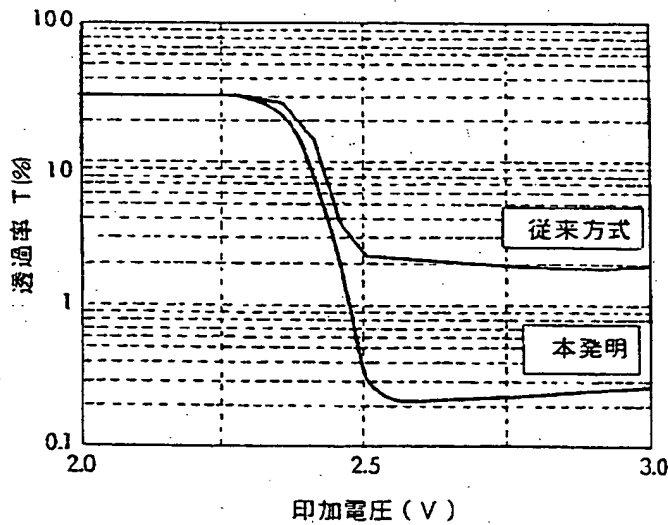
【図4】

図 4



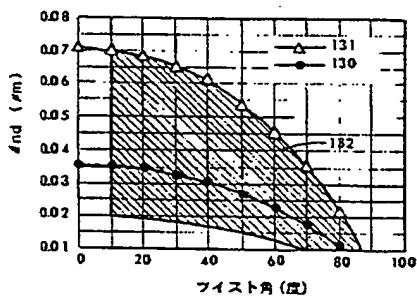
【図5】

図 5



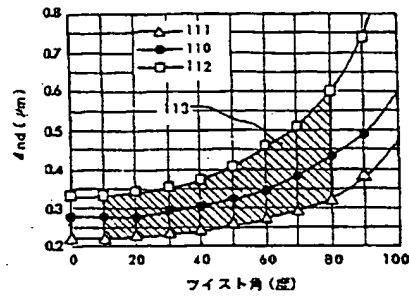
【図18】

図 18



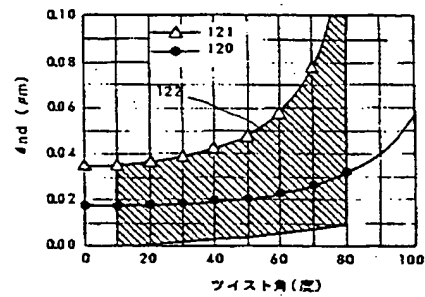
【図15】

図 15



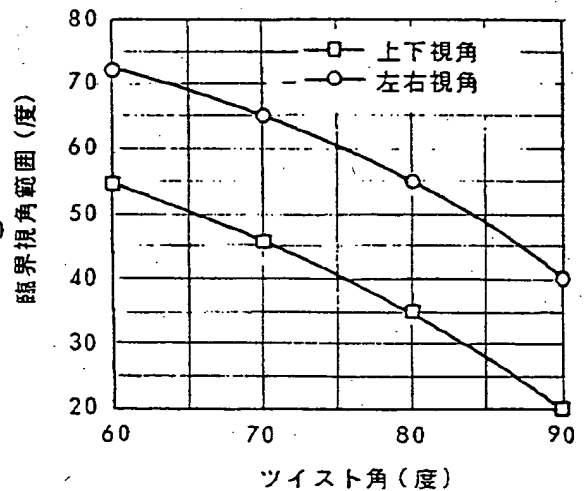
【図16】

図 16



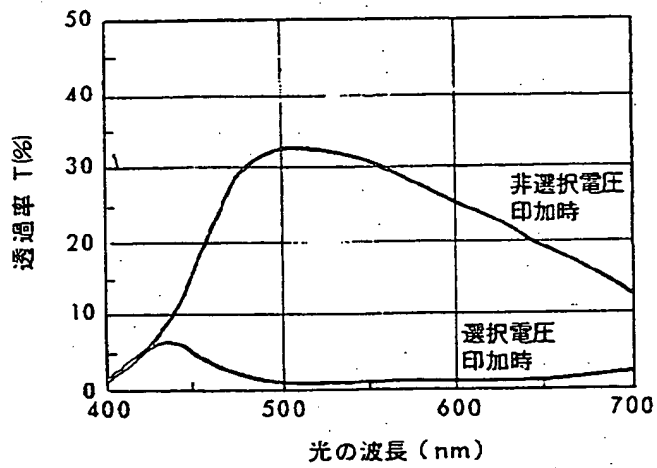
【図17】

図 17



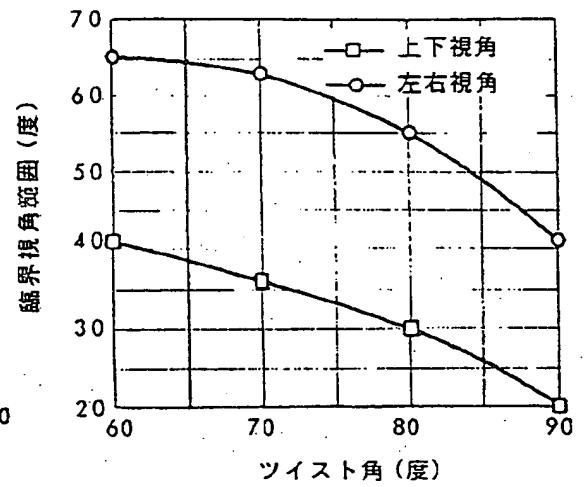
【図6】

図 6



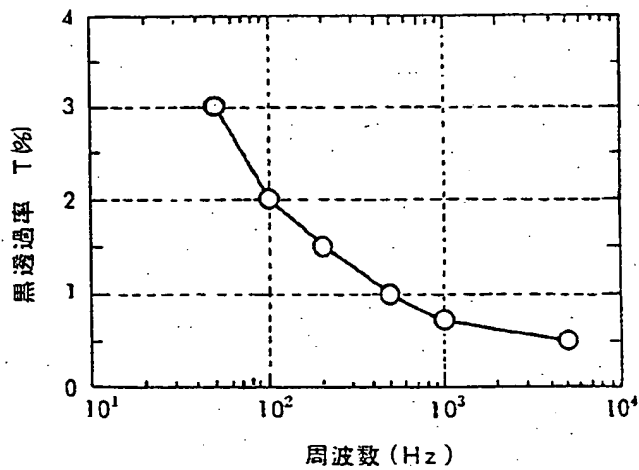
【図19】

図19



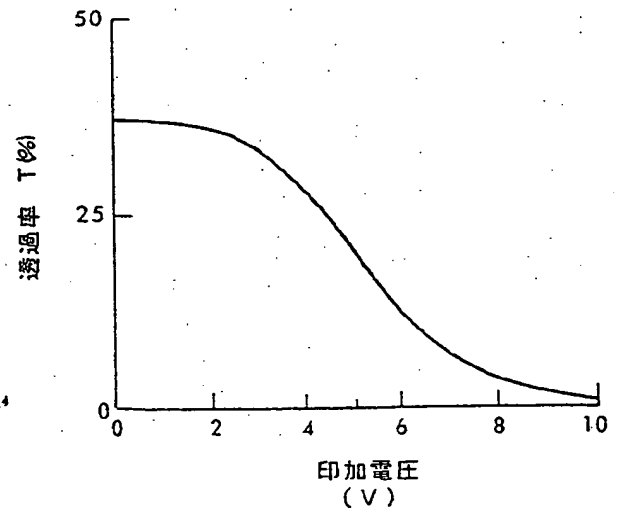
【図8】

図 8



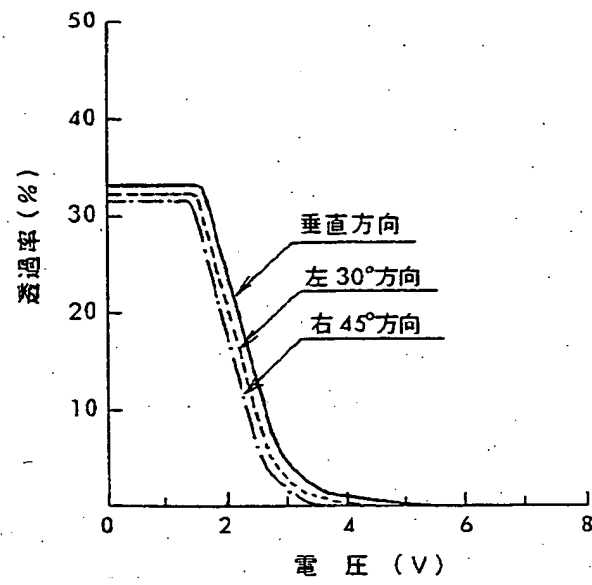
【図11】

図 11



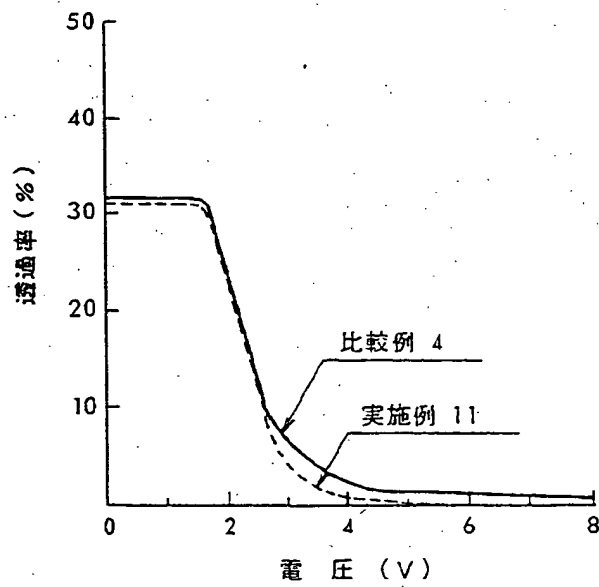
【図12】

図 12



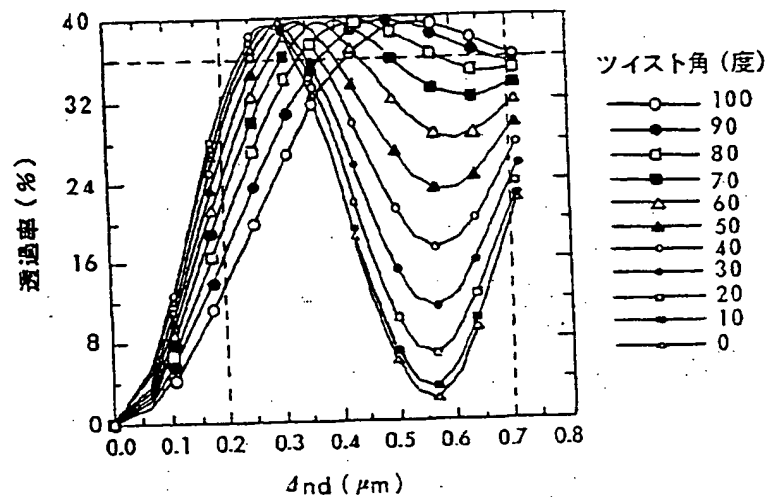
【図13】

図 13



【図14】

図 14



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願平4-99264

(32)優先日 平4(1992)4月20日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(72)発明者 阿部 英俊
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 伊藤 理
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 檜山 郁夫
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 北島 雅明
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 小村 真一
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 鈴木 堅吉
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

(72)発明者 菊地 直樹
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

(72)発明者 間所 比止美
千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイスエンジニアリング株式会社内